

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-117139

(43)Date of publication of application : 21.05.1988

(51)Int.Cl.

F02D 41/14

(21)Application number : 61-260622

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 04.11.1986

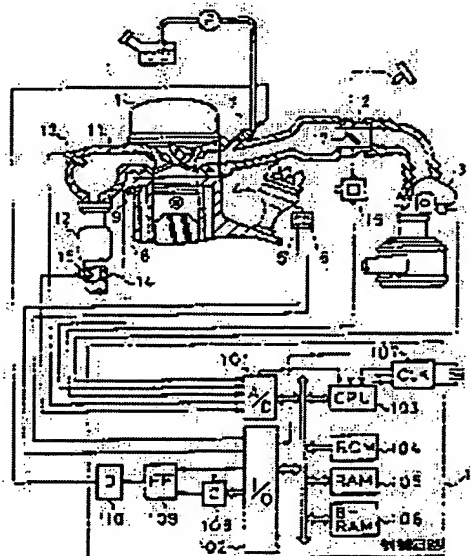
(72)Inventor : KASHIWANUMA NOBUAKI

(54) AIR-FUEL RATIO CONTROLLER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent offensive smell of exhaust gas, by employing a control constant corresponding to a second O₂ sensor arranged in the downstream of a catalyst, and controlling the air-fuel ratio to the lean side for a predetermined time if the second O₂ sensor is rich during fuel increment, when feedback control is made through a first O₂ sensor arranged in the upstream of the catalyst.

CONSTITUTION: A control circuit 10 operates such as rich skip quantity, lean skip quantity corresponding to a value detected through a second O₂ sensor 15 arranged in the downstream of a catalyst converter 12, so as to make feedback control of air-fuel ratio corresponding to the operating condition based on said control constant and a value detected through a first O₂ sensor 13 arranged in the upstream of the catalyst converter 12. When synchronous increment is carried out during acceleration and the output from the second O₂ sensor 15 exhibits rich, control to lean side is carried out for a predetermined time based on a value detected through the first O₂ sensor 13 thereafter reset control to a theoretical air-fuel ratio is carried out.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other]

than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑯ 公開特許公報(A)

昭63-117139

⑮ Int.Cl.⁴
F 02 D 41/14

識別記号
3 1 0

庁内整理番号
F-7813-3G

⑰ 公開 昭和63年(1988)5月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全12頁)

⑱ 発明の名称 内燃機関の空燃比制御装置

⑲ 特 願 昭61-260622

⑳ 出 願 昭61(1986)11月4日

㉑ 発 明 者 栢 沼 信 明 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
㉒ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
㉓ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外5名

明 細 書

1. 発明の名称

内燃機関の空燃比制御装置

2. 特許請求の範囲

1. 内燃機関の排気系に設けられた排気ガス浄化のための触媒コンバータの上流側、下流側に、それぞれ設けられ、排気ガス中の特定成分濃度を検出する第1、第2の空燃比センサと、

該第2の空燃比センサの出力に応じて空燃比フィードバック制御定数を演算する制御定数演算手段と、

前記機関が増量時か否かを判別する増量時判別手段と、

前記機関が増量時にあって且つ前記第2の空燃比センサの出力がリッチを示したときに所定時間を計測するタイマ手段と、

該タイマ手段が前記所定時間計測中のときに前記第1の空燃比センサの出力に応じて空燃比補正量を制御空燃比がリーン側に向かうように演算する第1の空燃比補正量演算手段と、

該タイマ手段が前記所定時間計測中でないときに前記空燃比フィードバック制御定数および前記第1の空燃比センサの出力に応じて空燃比補正量を制御空燃比が理論空燃比に向かうように演算する第2の空燃比補正量演算手段と、

前記空燃比補正量に応じて前記機関の空燃比を調整する空燃比調整手段と、

を具備する内燃機関の空燃比制御装置。

2. 前記増量時判別手段は非同期増量時か否かを判別する特許請求の範囲第1項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は触媒コンバータの上流側および下流側に空燃比センサ(本明細書では、酸素濃度センサ(O₂センサ))を設け、上流側のO₂センサによる空燃比フィードバック制御に加えて下流側のO₂センサによる空燃比フィードバック制御を行う内燃機関の空燃比制御装置に関する。

(従来の技術)

単なる空燃比フィードバック制御(シングルO₂センサシステム)では、酸素濃度を検出するO₂センサをできるだけ燃焼室に近い排気系の箇所、すなわち触媒コンバータにより上流である排気マニホールドの集合部分に設けているが、O₂センサの出力特性のばらつきのために空燃比の制御精度の改善に支障が生じている。かかるO₂センサの出力特性のばらつきおよび燃料噴射弁等の部品のばらつき、経時あるいは経年的変化を補償するために、触媒コンバータの下流に第2のO₂センサを設け、下流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御に加えて下流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御を行うダブルO₂センサシステムが既に提案されている(参照：特開昭58-48756号公報)。このダブルO₂センサシステムでは、触媒コンバータの下流側に設けられたO₂センサは、上流側O₂センサに比較して、低い応答速度を有するものの、次の理由により出力特性のばらつきが小さいという利点を有している。

(1) 触媒コンバータの下流では、排気温が低いので熱的影響が少ない。

(2) 触媒コンバータの下流では、種々の毒が触媒にトラップされているので下流側O₂センサの被毒量は少ない。

(3) 触媒コンバータの下流では排気ガスは十分に混合されており、しかも、排気ガス中の酸素濃度は平衡状態に近い値になっている。

従って、上述のごとく、2つのO₂センサの出力にもとづく空燃比フィードバック制御(ダブルO₂センサシステム)により、上流側O₂センサの出力特性のばらつきを下流側O₂センサにより吸収できる。実際に、第2図に示すように、シングルO₂センサシステムでは、O₂センサの出力特性が悪化した場合には、排気エミッション特性に直接影響するのに対し、ダブルO₂センサシステムでは、上流側O₂センサの出力特性が悪化しても、排気エミッション特性は悪化しない。つまり、ダブルO₂センサシステムにおいては、下流側O₂センサが安定な出力特性を維持している限

り、良好な排気エミッションが保証される。

他方、一般に、

(1) 触媒温度が高いこと、

(2) 排気ガス量が少ない(すなわち、吸入空気量が少ない)軽負荷領域であること、

の条件のもとで、制御後の平均空燃比がリッチとなると、触媒内が還元雰囲気となって排気異臭

(H₂S)が発生すると言われている。たとえば、高速走行(条件(1)成立)後のアイドル運転あるいは車庫入れ運転(条件(2)成立)において、噴射弁、O₂センサ、エアフローメータ等の特性ばらつき、あるいは減速増量、燃料カット復帰時増量、非同期噴射等のために制御後の平均空燃比がリッチとなることがある。このため、シングルO₂センサシステムでは、特殊の運転状態、たとえばアイドル進展時にあって車速が所定値以下もしくは停止後の所定時間のみ、空燃比をわずかにリーン側に制御して、減速およびその後の停止時に発生する排気異臭を低減させている(参考：特開昭59-173533号公報)。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上述のシングルO₂センサシステムにおいては、触媒に流入する平均空燃比を確実に検出しておらず、この結果、排気異臭発生領域では確実にリーン制御できずに排気異臭が発生したり、また、排気異臭発生領域以外の運転領域でも空燃比がリーン側に制御され、この結果、オーバーリーンとなり、ドライバビリティ、NO_xエミッション等の悪化を招くという問題点があった。

従って、本発明の目的は排気異臭発生状態を確実に検出して空燃比をリーン側に制御し、排気異臭を低減したダブルO₂センサシステムを提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

上述の問題点を解決するための手段は第1図に示される。

第1図において、排気ガス中の特定成分濃度を検出する第1、第2の空燃比センサが内燃機関の排気系に設けられた排気ガス浄化のための触媒コ

ンバークの上流側、下流側に、それぞれ、設けられている。制御定数演算手段が下流側（第2の）空燃比センサの出力 V_2 に応じて空燃比フィードバック制御定数たとえばリッチスキップ量 RSR およびリーンスキップ量 RSL を演算する。増量時判別手段は機関が増量時か否かを判別し、そして、機関が増量時にあって且つ下流側空燃比センサの出力 V_2 がリッチを示したときに、タイマ手段が所定時間を計測する。この結果、タイマ手段が所定時間計測中のときに、第1の空燃比補正量演算手段は上流側空燃比センサの出力 V_1 に応じて空燃比補正量 $F A F$ を制御空燃比がリーン側に向かうように演算し、他方、タイマ手段が所定時間計測中でないときに、第2の空燃比補正量演算手段は空燃比フィードバック制御定数 RSR 、 RSL および上流側空燃比センサの出力 V_1 に応じて空燃比補正量 $F A F$ を制御空燃比が理論空燃比に向かうように演算する。そして、空燃比調整手段は空燃比補正量 $F A F$ に応じて機関の空燃比を調整するものである。

器101に供給されている。ディストリビュータ4には、その軸がたとえばクランク角に換算して 720° 毎に基準位置検出用パルス信号を発生するクランク角センサ5およびクランク角に換算して 30° 毎に基準位置検出用パルス信号を発生するクランク角センサ6が設けられている。これらクランク角センサ5、6のパルス信号は制御回路10の入出力インターフェイス102に供給され、このうち、クランク角センサ6の出力はCPU103の割込み端子に供給される。

さらに、吸気通路2には各気筒毎に燃料供給系から加圧燃料を吸気ポートへ供給するための燃料噴射弁7が設けられている。

また、機関本体1のシリンダブロックのウォータジャケット8には、冷却水の温度を検出するための水温センサ9が設けられている。水温センサ9は冷却水の温度 $T H W$ に応じたアナログ電圧の電気信号を発生する。この出力もA/D変換器101に供給されている。

排気マニホールド11より下流の排気系には、

〔作用〕

上述の手段によれば、下流側空燃比センサは触媒コンバータの下流に設けられているので、触媒の O_2 ストレージ量を含めた平均空燃比を検出できる。従って、増量実行直前の下流側空燃比センサのリッチ出力により排気異常条件を確実に検出でき、従って、この場合に、第1の空燃比補正量演算手段が制御空燃比をリーン側に向かうように作用する。

〔実施例〕

以下、図面により本発明の実施例を説明する。

第3図は本発明に係る内燃機関の空燃比制御装置の一実施例を示す全体概要図である。第3図において、機関本体1の吸気通路2にはエアフロメータ3が設けられている。エアフロメータ3は吸入空気量を直接計測するものであって、ポテンシオメータを内蔵して吸入空気量に比例したアナログ電圧の出力信号を発生する。この出力信号は制御回路10のマルチプレクサ内蔵A/D変換

排気ガス中の3つの有害成分 $H C$ 、 $C O$ 、 $N O x$ を同時に浄化する三元触媒を収容する触媒コンバータ12が設けられている。

排気マニホールド11には、すなわち触媒コンバータ12の上流側には第1の O_2 センサ13が設けられ、触媒コンバータ12の下流側の排気管14には第2の O_2 センサ15が設けられている。 O_2 センサ13、15は排気ガス中の酸素成分濃度に応じた電気信号を発生する。すなわち、 O_2 センサ13、15は空燃比が理論空燃比に対してリーン側かリッチ側かに応じて、異なる出力電圧を制御回路10でA/D変換器101に発生する。16は吸気通路2のスロットル弁17に設けられたスロットルセンサである。スロットル開度 $T A$ を表すスロットルセンサ16の信号は制御回路10のA/D変換器101に供給される。

制御回路10は、たとえばマイクロコンピュータとして構成され、A/D変換器101、入出力インターフェイス102、CPU103の外に、ROM104、RAM105、バックアップRAM106、クロック発生

回路 107等が設けられている。

また、制御回路 10において、ダウンカウンタ 108、フリップフロップ 109、および駆動回路 110は燃料噴射弁 7を制御するためのものである。すなわち、後述のルーチンにおいて、燃料噴射量 TAUが演算されると、燃料噴射量 TAUがダウンカウンタ 108にプリセットされると共にフリップフロップ 109もセットされる。この結果、駆動回路 110が燃料噴射弁 7の付勢を開始する。他方、ダウンカウンタ 108がクロック信号(図示せず)を係数して最後にそのキャリアウト端子が“1”レベルとなったときに、フリップフロップ 109がセットされて駆動回路 110は燃料噴射弁 7の付勢を停止する。つまり、上述の燃料噴射量 TAUだけ燃料噴射弁 7は付勢され、従って、燃料噴射量 TAUに応じた量の燃料が機関本体 1の燃焼室に送り込まれることになる。

なお、CPU 103の割込み発生は、A/D変換器 101のA/D変換終了時、入出力インターフェース 102がクランク角センサ 6のバルス信号を受信

した時、クロック発生回路 107からの割込信号を受信した時、等である。

エアフローメータ 3の吸入空気量データ Qおよび冷却水温データ THWは所定時間毎に実行される A/D変換ルーチンによって取り込まれて RAM 105の所定領域に格納される。つまり、RAM 105におけるデータ Qおよび THWは所定時間毎に更新されている。また、回転速度データ Neはクランク角センサ 6の 30°CA毎の割込みによって演算されて RAM 105の所定領域に格納される。

第4図は非同期噴射ルーチンであって、所定時間たとえば 12ms毎に実行される。ステップ 401では、スロットル開度 TAを A/D変換して取込み、ステップ 402にて、前回取込み値 TAOとの差 ΔTA を、

$$\Delta TA = TA - TAO$$

により演算する。ステップ 403では、

$$\Delta TA > X \text{ (正の値)}$$

か否かにより加速増量時か否かを判別する。この結果、 $\Delta TA > X$ であればステップ 404に進み、

$\Delta TA \leq X$ であればステップ 411に直接進む。なお、ステップ 402の判定は、1回転当りの吸入空気量 Q/Ne の変化量、吸入空気圧 PMの1階微分値もしくは2階微分値、パワースイッチ等により行ってもよい。

ステップ 404では、下流側 O₂ センサ 15の出力 V₂ を A/D変換して取込み、ステップ 405にて V₂ が比較電圧 V_{2s} たとえば 0.55より大きいかな否かを判別する。ステップ 406にて V₂ > V_{2s}

(リッチ)であれば、ステップ 407にて加速増量フラグ FACCをセットし、さらにステップ 408にてカウンタ CACCに所定値 nをセットする。なお、nは、1~6s程度の値であり、一定値であってもよく、あるいは ΔTA により可変としてもよい。

ステップ 409では、 ΔTA にもとづいて非同期噴射量 TAVAを演算し、ステップ 410にて非同期噴射を実行する。

ステップ 411では、次の実行に備え、TAを TAOとし、ステップ 412にてこのルーチンは終了する。

このように、加速増量(非同期噴射)時にあって下流側 O₂ センサ 15の出力 V₂ がリッチを示すときは、触媒に蓄積された O₂ により HC、COは浄化されるので排気異臭の発生の可能性は少なく、従ってフラグ FACCはセットされない。これに対し、加速増量時にあって下流側 O₂ センサ 15の出力 V₂ がリッチを示すときには、触媒の O₂ ストレージ能力がなく増量により増加した HC、COエミッションは浄化されずそのまま排出され、これが連続する状態になるので、排気異臭の発生の可能性が大きく、従って、フラグ FACCはセットされる。

なお、加速増量判定後に非同期噴射により増量を行っているが、後述の同期噴射量 TAUを増量した場合にも本発明を適用し得る。

第5図は上流側 O₂ センサ 13の出力にもとづいて空燃比補正係数 FAFを演算する第1の空燃比フィードバック制御ルーチンであって、所定時間たとえば 4ms毎に実行される。

ステップ 501では、上流側 O₂ センサ 13によ

る空燃比の閉ループ（フィードバック）条件が成立しているか否かを判別する。たとえば、冷却水温が所定値以下の時、機関始動中、始動後増量中、暖機増量中、加速増量（非同期噴射）中、パワー増量中、上流側O₂センサ13の出力信号が一度も反転していない時、燃料カット中、アイドルスイッチオン時等はいずれも閉ループ条件が不成立であり、その他の場合が閉ループ条件成立である。閉ループ条件が不成立のときには、ステップ534に進んで空燃比補正係数FAFを1.0とする。なお、FAFを閉ループ制御終了直前値としてもよい。この場合には、ステップ528に直接進む。また、学習値（バックアップRAM 106の値）としてもよい。他方、閉ループ条件成立の場合には、ステップ502に進む。

ステップ502では、上流側O₂センサ13の出力V_iをA/D変換して取組み、ステップ503にてV_iが比較電圧V_{si}、たとえば0.45V以下か否かを判別する、つまり、空燃比がリッチかリーンかを判別する。リーン（V_i ≤ V_{si}）であれば、

力においてリーンからリッチへの変化があってもリーン状態であるとの判断を保持するためのリッチ遅延時間であって、正の値で定義される。

ステップ516では、加速増量フラグFACCが“1”か否かを判別する。FACC=“1”であればステップ517以降に進み、リーン制御（λ > 1）を行い、FACC=“0”であればステップ523以降に進み、理論空燃比制御（λ = 1）を行う。

まず、リーン制御について説明すると、ステップ517にて、カウンタCACCを1減少させ、ステップ518、519にてカウンタCACCを最小値0にてガードする。このとき、カウンタCACCが0未満になったときには、ステップ518にてフラグFACCをリセットする。つまり、フラグFACCが“1”であれば、所定値nに対応する時間だけフローはステップ521に進むことになる。ステップ521では、空燃比フラグF1が“1”か否かを判別する。F1=“1”（リッチ）のときのみ、ステップ522に進み、

$$FAF = FAF - k \cdot KIL$$

ステップ504にてデレイカウンタCDLYが正か否かを判別し、CDLY > 0であればステップ505にてCDLYを0とし、ステップ506に進む。ステップ507、508では、デレイカウンタCDLYを最小値TDLでガードし、この場合、デレイカウンタCDLYが最小値TDLに到達したときにはステップ509にて空燃比フラグF1を“0”（リーン）とする。なお、最小値TDLは上流側O₂センサ13の出力においてリッチからリーンへの変化があってもリッチ状態であるとの判断を保持するためのリーン遅延時間であって、負の値で定義される。他方、リッチ（V_i > V_{si}）であれば、ステップ510にてデレイカウンタCDLYが負か否かを判別し、CDLY < 0であればステップ511にてCDLYを0とし、ステップ512に進む。ステップ513、514では、デレイカウンタCDLYを最大値TDRでガードし、この場合、デレイカウンタCDLYが最大値TDRに到達したときにはステップ515にて空燃比フラグF1を“1”（リッチ）とする。なお、最大値TDRは上流側O₂センサ13の出

ただし、KILは理論空燃比フィード制御において用いられるリーン積分定数、kは2～5の値である。そして、ステップ532、533にてFAFを最小値たとえば0.8にてガードしてステップ535に進む。

なお、リーン制御は、リッチ側積分とリーン側積分とを非対称にすることにより、リッチ側スキップとリーン側スキップとを非対称にすることにより、リッチ側遅延時間とリーン側遅延時間を非対称にすることにより、あるいはこれらの組合せにより行うこともできる。

次に、理論空燃比制御（λ = 1）について説明する。

ステップ523にて、空燃比フラグF1の符号が反転したか否かを判別する、すなわち遅延処理後の空燃比が反転したか否かを判別する。空燃比が反転していれば、ステップ524にて、空燃比フラグF1の値により、リッチからリーンへの反転か、リーンからリッチへの反転かを判別する。リッチからリーンへの反転であれば、ステップ525にて

$FAP \leftarrow FAP + RSR$ とスキップ的に増大させ、逆に、リーンからリッチへの反転であれば、ステップ 526 にて $FAP \leftarrow FAP - RSL$ とスキップ的に減少させる。つまり、スキップ処理を行う。ステップ 523 にて空燃比フラグ $F1$ の符号が反転していなければ、ステップ 527, 528, 529 にて積分処理を行う。つまり、ステップ 527 にて、 $F1 = "0"$ か否かを判別し、 $F1 = "0"$ (リーン) であればステップ 528 にて $FAP \leftarrow FAP + KIR$ とし、他方、 $F1 = "1"$ (リッチ) であればステップ 529 にて $FAP \leftarrow FAP - KIL$ とする。ここで、積分定数 KIR (KIL) はスキップ定数 RSR , RSL に比して十分小さく設定しており、つまり、 $KIR(KIL) < RSR(RSL)$ である。従って、ステップ 528 はリーン状態 ($F1 = "0"$) で燃料噴射量を徐々に増大させ、ステップ 529 はリッチ状態 ($F1 = "1"$) で燃料噴射量を徐々に減少させる。ステップ 525, 526, 528, 529 にて演算された空燃比補正係数 FAP はステップ 530, 531 にて最大値たとえば 1.2 にてガードされ、また、ステップ 532, 533

けリーンに保持された後に時刻 t_1 にてリッチに変化する。時刻 t_1 にて空燃比信号 A/F がリッチからリーンに変化しても、遅延処理された空燃比信号 A/F' はリーン遅延時間 ($-IDL$) 相当だけリッチに保持された後に時刻 t_1 にてリーンに変化する。しかし、空燃比信号 A/F が時刻 t_1, t_2, t_3 のごとくリッチ遅延時間 TDR より短い期間で反転すると、デレイカウンタ $CDLY$ が最大値 TDR に到達するのに時間を要し、この結果、時刻 t_1 にて遅延処理後の空燃比信号 A/F' が反転される。つまり、遅延処理後の空燃比信号 A/F' は遅延処理前の空燃比信号 A/F に比べて安定となる。このように遅延処理後の安定した空燃比信号 A/F' にもとづいて第 6 図 (D) に示す空燃比補正係数 FAP が得られる。

次に、下流側 O_2 センサ 15 による第 2 の空燃比フィードバック制御について説明する。第 2 の空燃比フィードバック制御としては、第 1 の空燃比フィードバック制御定数としてのスキップ量 RSR , RSL 、積分定数 KIR , KIL 、遅延時間 TDR ,

にて最小値例えば 0.8 にてガードされる。これにより、何らかの原因で空燃比補正係数 FAP が小さくなり過ぎ、もしくは大きくなり過ぎた場合に、その値で機関の空燃比を制御してオーバーリーン、オーバーリッチになるのを防ぐ。

上述のごとく演算された FAP を RAM 105 に格納して、ステップ 535 にてこのルーチンは終了する。

第 6 図は第 5 図のフローチャートによる動作を補足説明するタイミング図である。上流側 O_2 センサ 13 の出力により第 6 図 (A) に示すごとくリッチ、リーン判別の空燃比信号 A/F が得られると、デレイカウンタ $CDLY$ は、第 6 図 (B) に示すごとく、リッチ状態でカウントアップされ、リーン状態でカウントダウンされる。この結果、第 6 図 (C) に示すごとく、遅延処理された空燃比信号 A/F' (フラグ $F1$ に相当) が形成される。たとえば、時刻 t_1 にて空燃比信号 A/F がリーンからリッチに変化しても、遅延処理された空燃比信号 A/F' はリッチ遅延時間 TDR だ

IDL 、もしくは上流側 O_2 センサ 13 の出力 V_1 の比較電圧 V_{s1} を可変にするシステムと、第 2 の空燃比補正係数 $FAP2$ を導入するシステムとがある。

たとえば、リッチスキップ量 RSR を大きくすると、制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、リーンスキップ量 RSL を小さくしても制御空燃比をリッチ側に移行でき、他方、リーンスキップ量 RSL を大きくすると、制御空燃比をリーン側に移行でき、また、リッチスキップ量 RSR を小さくしてもリーン側に移行できる。従って、下流側 O_2 センサ 15 の出力に応じてリッチスキップ量 RSR およびリーンスキップ量 RSL を補正することにより空燃比が制御できる。また、リッチ積分定数 KIR を大きくすると、制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、リーン積分定数 KIL を小さくしても制御空燃比をリッチ側に移行でき、他方、リーン積分定数 KIL を大きくすると、制御空燃比をリーン側に移行でき、また、リッチ積分定数 KIR を小さくしても制御空燃比をリーン

側に移行できる。従って、下流側O: センサ15の出力に応じてリッチ積分定数 KIR およびリーン積分定数 KIL を補正することにより空燃比が制御できる。リッチ遅延時間 $TDR >$ リーン遅延時間 $(-TDL)$ と設定すれば、制御空燃比はリッチ側に移行でき、逆に、リーン遅延時間 $(-TDL) >$ リッチ遅延時間 (TDR) と設定すれば、制御空燃比はリーン側に移行できる。つまり、下流側O: センサ15の出力に応じて遅延時間 TDR, TDL を補正することにより空燃比が制御できる。さらにまた、比較電圧 V_{s1} を大きくすると制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、比較電圧 V_{s1} を小さくすると制御空燃比をリーン側に移行できる。従って、下流側O: センサ15の出力に応じて比較電圧 V_{s1} を補正することにより空燃比が制御できる。

これらスキップ量、積分定数、遅延時間、比較電圧を下流側O: センサによって可変とすることはそれぞれに長所がある。たとえば、遅延時間は非常に微妙な空燃比の調整が可能であり、また、

$$RSR = 5\%$$

$$RSL = 5\%$$

なお、スキップ量 RSR, RSL を閉ループ終了直前値に保持することもできる。この場合は、ステップ718に直接進む。また、スキップ量 RSR, RSL を学習値(バックアップRAM 106の値)とすることもできる。

下流側O: センサ15による閉ループ条件成立であれば、ステップ702に進み、下流側O: センサ15の出力 V_s をA/D変換して取組み、ステップ703にて V_s が比較電圧 V_{s2} たとえば $0.55V$ 以下か否かを判別する、つまり、空燃比がリッチかリーンかを判別する。なお、比較電圧 V_{s2} は触媒コンバータ12の上流、下流で生ガス影響による出力特性が異なることおよび劣化速度が異なること等を考慮して上流側O: センサ13の出力の比較電圧 V_{s1} より高く設定されるが、任意でもよい。

ステップ703にて $V_s \leq V_{s2}$ (リーン)であればステップ704~709に進み、他方、 $V_s > V_{s2}$

スキップ量は、遅延時間のように空燃比のフィードバック周期を長くすることなくレスポンスの良い制御が可能である。従って、これら可変量は当然2つ以上組み合わせられて用いられ得る。

第7図を参照して空燃比フィードバック制御定数としてのスキップ量を可変にしたダブルO: センサシステムについて説明する。

第7図は下流側O: センサ15の出力にもとづいてスキップ量 RSR, RSL を演算する第2の空燃比フィードバック制御ルーチンであって、所定時間たとえば1s毎に実行される。ステップ701では、下流側O: センサ15による閉ループ条件か否かを判別する。たとえば、上流側O: センサ13による閉ループ条件の不成立に加えて、下流側O: センサ15の出力信号が一度も反転していない時、等が閉ループ条件が不成立であり、その他の場合が閉ループ条件成立である。閉ループ条件でなければステップ716, 717に進み、スキップ量 RSR, RSL を一定値 RSR_0, RSL_0 とする。たとえば、

(リッチ)であればステップ710~715に進む。

ステップ704では、 $RSR \leftarrow RSR + \Delta RSR$ (一定値)とし、つまり、リッチスキップ量 RSR を増大させて空燃比をリッチ側に移行させる。ステップ705, 706では RSR を最大値 MAX たとえば 6.2% にてガードする。さらに、ステップ707にて $RSL \leftarrow RSL - \Delta RSL$ (一定値)とし、つまり、リッチスキップ量 RSL を減少させて空燃比をリッチ側に移行させる。ステップ708, 709では、 RSL を最小値 MIN たとえば 2.5% にてガードする。

他方、 $V_s > V_{s2}$ (リッチ)のときには、ステップ710にて $RSR \leftarrow RSR - \Delta RSR$ とし、つまり、リッチスキップ量 RSR を減少させて空燃比をリーン側に移行させる。ステップ711, 712では、 RSR を最小値 MIN にてガードする。さらに、ステップ713にて $RSL \leftarrow RSL + \Delta RSL$ とし、つまり、リーンスキップ量 RSL を増加させて空燃比をリーン側に移行させる。ステップ714, 715では、 RSL を最大値 MAX にてガードする。

上述のごとく演算された RSR, RSLはRAM 105 に格納された後に、ステップ 718にてこのルーチンは終了する。

なお、空燃比フィードバック中に演算された PAF, RSR, RSLは一旦他の値 PAF', RSR', RSL' に変換してバックアップRAM 106 に格納することもでき、これにより、再始動時等における運動性向上にも役立つものである。第8図における最小値MINは過渡追従性がそこなわれないレベルの値であり、また、最大値MAXは空燃比変動によりドライバビリティの悪化が発生しないレベルの値である。

このように、第7図のルーチンによれば、下流側O₂センサ15の出力がリッチであれば、リッチスキップ量RSRおよびリーンスキップ量RSLが比較的早く減少され、これにより、空燃比はリッチ側へ比較的早く移行される。また、下流側O₂センサ15の出力がリッチであれば、リッチスキップ量RSRおよびリーンスキップ量RSLが比較的速く増大され、これにより、空燃比はリ

ーン側へ比較的速く移行される。

第8図は噴射量演算ルーチンであって、所定クランク角度たとえば360°A毎に実行される。ステップ801ではRAM 105より吸入空気量データQおよび回転速度データN_eを読出して基本噴射量PAUPを演算する。たとえば $TAUP = \alpha \cdot Q / N_e$

(α は定数)とする。ステップ802にてRAM 105より冷却水温データTHWを読出してROM 104に格納された1次元マップにより暖機増量値FWLを補間計算する。ステップ803では、最終噴射量TAUを、

$$TAU \leftarrow TAUP \cdot PAF \cdot (FWL + \beta) + \tau$$

により演算する。なお、 β, τ は他の運転状態パラメータによって定まる補正量である。次いで、ステップ804にて、最終噴射量TAUをダウンカウンタ108にセットすると共にフリップフロップ109をセットして燃料噴射を開始させる。そして、ステップ805にてこのルーチンは終了する。

第9図は第5図のフローチャートによって得られる空燃比補正係数PAFを説明するためのタイ

ミング図である。上流側O₂センサ13の出力電圧V₁が第9図(A)に示すごとく変化すると、第5図のステップ503での比較結果は第9図(B)に示すごとく変化し、その遅延結果である空燃比フラグF1は第9図(C)に示すごとく変化する。ここで、加速増量時が判別される前には(FACC = 0)には、第9図(D)に示すように、空燃比補正係数PAFはスキップ量RSR, RSLおよび積分定数KIR, KILによりある値(理論空燃比相当)を中心に变化するが、加速増量時にあって下流側O₂センサ15の出力V₂がリッチ出力である場合には、第9図(D)に示すように、空燃比補正係数PAFは、所定期間だけ、リーン積分定数k・KIL(リッチ積分定数は0)によりリーン側に制御される。

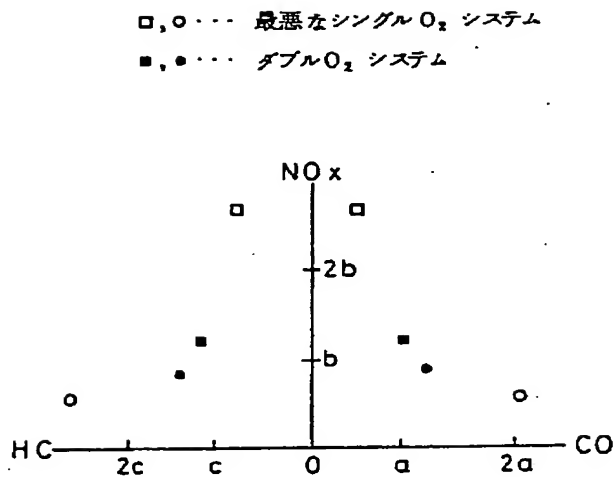
なお、第1の空燃比フィードバック制御は4ms毎に、また、第2の空燃比フィードバック制御は1s毎に行われるのは、空燃比フィードバック制御は応答性の良い上流側O₂センサによる制御を主にして行い、応答性の悪い下流側O₂センサに

よる制御に従って行うためである。

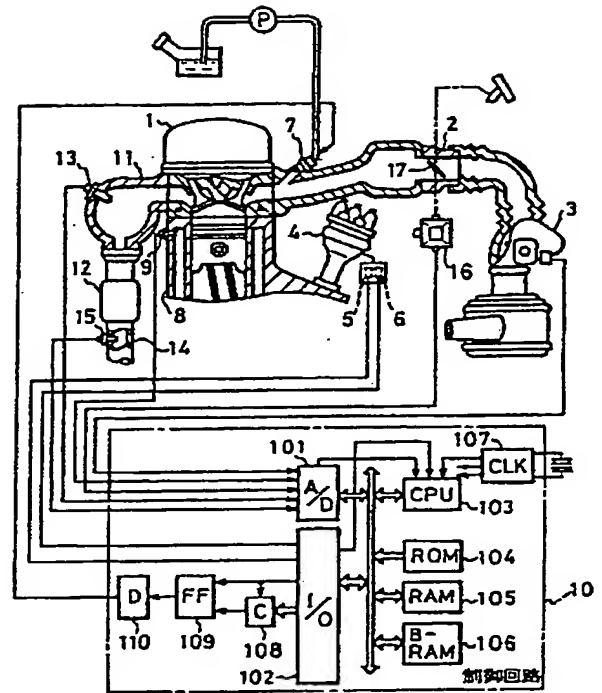
また、上流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御における他の制御定数、たとえば積分定数、遅延時間、上流側O₂センサの比較電圧V₁等を下流側O₂センサの出力により補正するダブルO₂センサシステムにも、また、第2の空燃比補正係数を導入するダブルO₂センサシステムにも本発明を適用し得る。また、スキップ量、積分定数、遅延時間のうちの2つを同時に制御することにより制御性を向上できる。さらに、スキップ量RSR, RSLのうちの一方を固定し、他方のみを可変とすることも、積分定数KIR, KILのうちの一方を固定し他方のみを可変とすることも、あるいは遅延時間TDR, TDLの一方を固定し他方を可変とすることも可能である。

また、吸入空気量センサとして、エアフローメータの代りに、カルマン渦センサ、ヒートワイヤセンサ等を用いることもできる。

さらに、上述の実施例では、吸入空気量および機関の回転速度に応じて燃料噴射量を演算してい

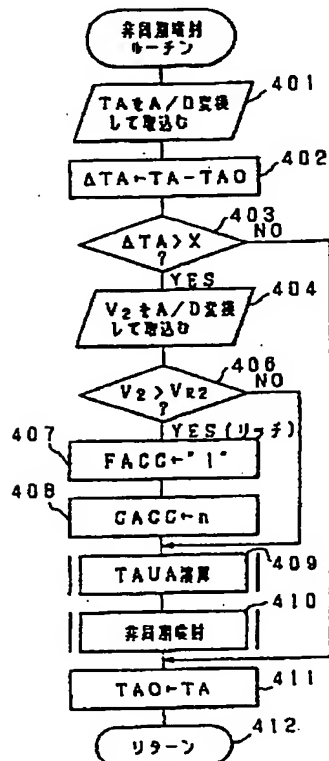


第 2 図

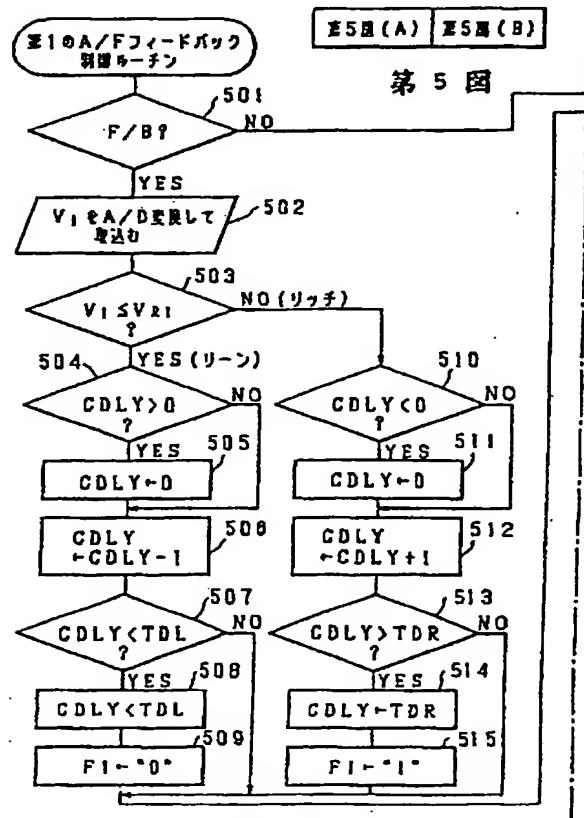


第 3 図

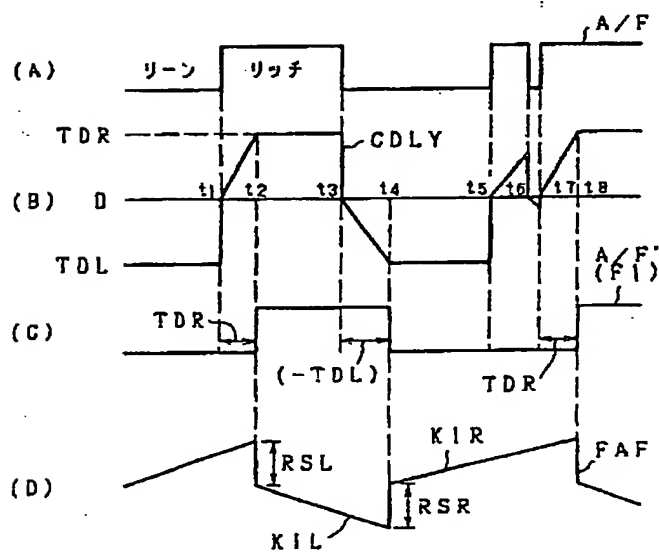
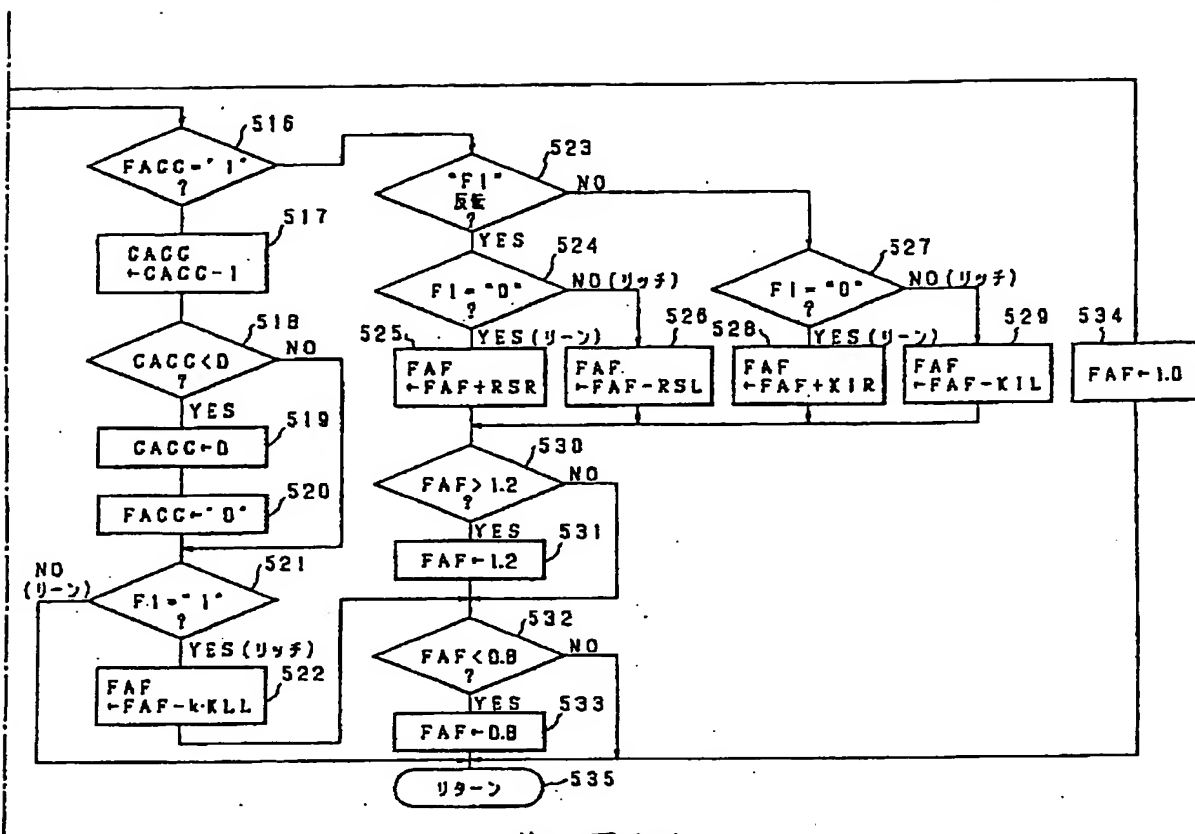
- | | |
|------------------|------------------------------|
| 1... 機関本体 | 12... 触媒コンバータ |
| 3... エアフローメータ | 13... 上流側 O ₂ センサ |
| 4... ディストリビュータ | 15... 下流側 O ₂ センサ |
| 5, 6... クランク角センサ | 16... スロットルセンサ |



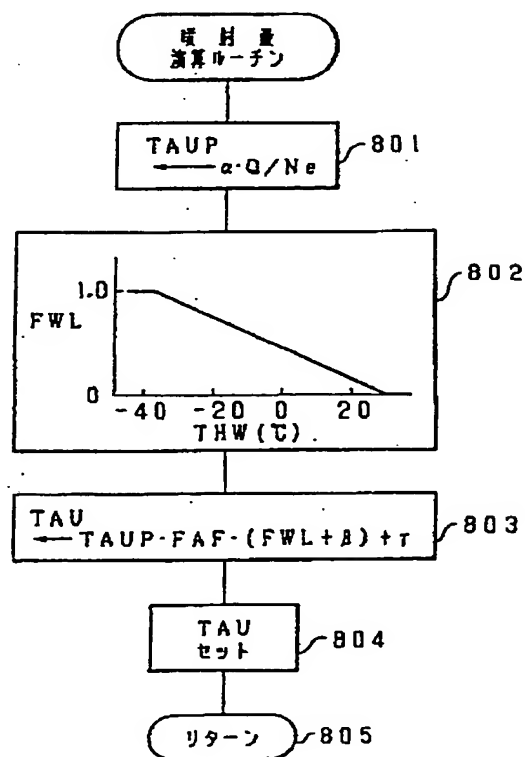
第 4 図



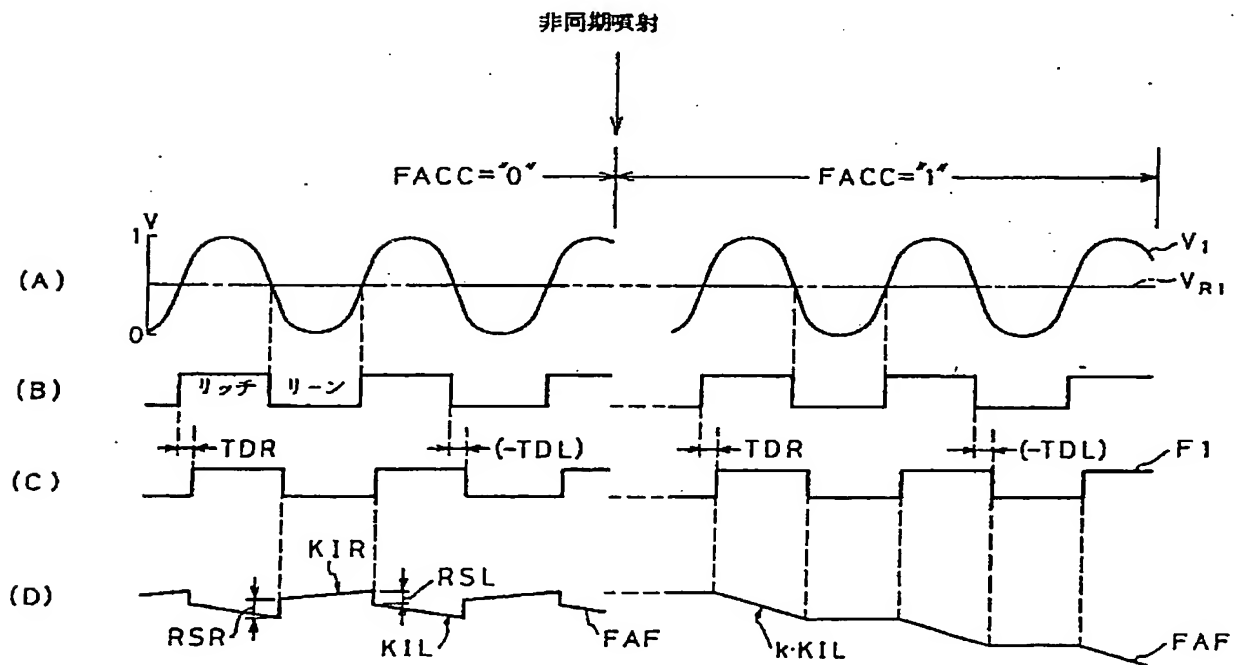
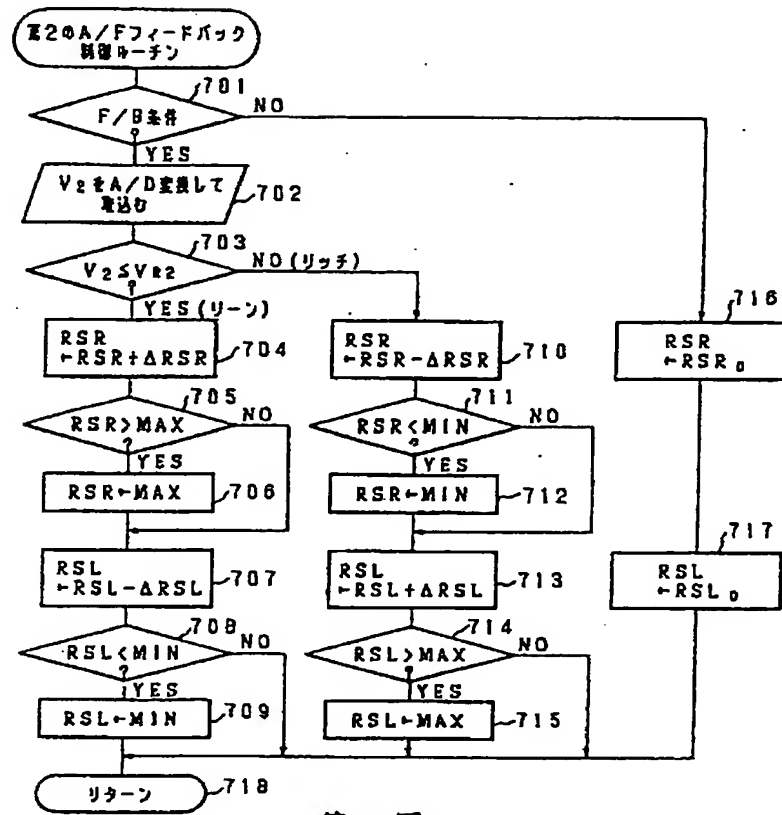
第 5 図 (A)



第 6 図



第 8 図



第9図